

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-014339

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl. G02F 1/13357  
 G02B 27/28  
 G02F 1/1347  
 G09F 9/00

(21)Application number : 2000-194638

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

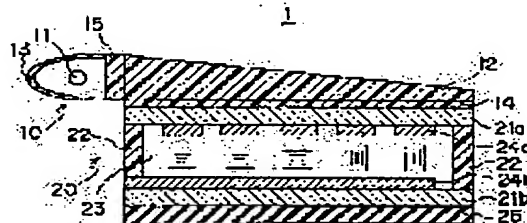
(22)Date of filing : 28.06.2000

(72)Inventor : MIYAI MITSUYOSHI

**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ILLUMINATION DEVICE OF THE SAME****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device of high display quality by increasing the contrast of reflected light between display pixels and nondisplay pixels.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device is equipped with a light source which emits light having a specified first polarization degree and with a liquid crystal display element which selectively reflects light having a specified second polarization degree. The first polarization degree is between the polarization degree of natural light and the second polarization degree. Thereby, the contrast of reflected light between the display pixels and nondisplay pixels is increased to improve the display quality.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-14339

(P2002-14339A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

G 0 2 F 1/13357

G 0 2 B 27/28

Z 2 H 0 8 9

G 0 2 B 27/28

G 0 2 F 1/1347

2 H 0 9 1

G 0 2 F 1/1347

G 0 9 F 9/00

3 3 6 B 2 H 0 9 9

G 0 9 F 9/00

3 3 6

G 0 2 F 1/1335

5 3 0 5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-194638 (P2000-194638)

(22) 出願日 平成12年6月28日 (2000.6.28)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 宮井 三嘉

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

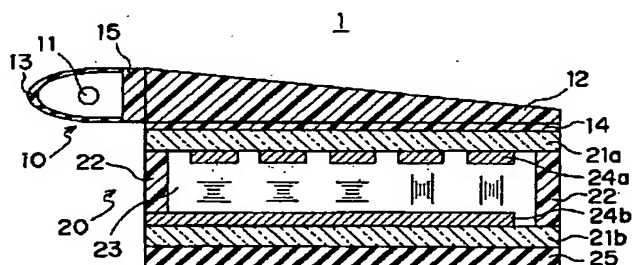
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその照明装置

(57) 【要約】

【課題】 表示画素と非表示画素における反射光のコントラストを大きくして、表示品位の高い液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明は、所定の第1の偏光度を有する光を照明する光源部と、所定の第2の偏光度を有する光を選択的に反射する液晶表示素子とを備え、第1の偏光度が、自然光の偏光度と第2の偏光度の間にある液晶表示装置を提供する。これにより、表示画素と非表示画素における反射光のコントラストを大きくして、その表示品位を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 正または負の第１の偏光度を有する光を選択的に反射する液晶表示素子と、前記第１の偏光度と極性が等しい第２の偏光度を有する光で前記液晶表示素子を観察面側から照明するための照明ユニットとを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項２】 液晶表示素子の背面側に光吸収層が設けられている請求項１の液晶表示装置。

【請求項３】 前記照明ユニットは、光源と該光源の出射光を前記第１の偏光度を有する光に変える偏光部材とを備える請求項１または２の液晶表示装置。

【請求項４】 前記偏光部材は、観察者の視線と前記液晶表示素子の表示面とを結ぶ光路外に配置されている請求項１ないし３のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項５】 前記第１の偏光度を有する光を液晶表示素子の表示面に２次元的に導光する導光板をさらに備える請求項１ないし４のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項６】 前記導光板の側面に前記偏光部材が設けられている請求項５の液晶表示装置。

【請求項７】 前記液晶表示素子は、液晶のコレステリック相からの選択反射を利用して表示を行うものである請求項１ないし６のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項８】 前記液晶表示素子は、ネマチック液晶にカイラル材を添加してなるカイラルネマチック液晶を含む請求項７の液晶表示装置。

【請求項９】 前記液晶表示素子は、複数の液晶層を積層してなる請求項１ないし８のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項１０】 表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、正または負の偏光度を有する光を照明光として出射することを特徴とする照明装置。

【請求項１１】 表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、光源と、該光源の出射光の偏光度を変化させる偏光部材とを備え、該偏光部材を介して出射される光を照明光とする照明装置。

【請求項１２】 表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、左右の円偏光光を含む光を出射する光源と、該光源の出射光のうち、右または左のいずれかの円偏光光を減少させる偏光部材とを備え、該偏光部材を介して出射される光を照明光とする照明装置。

【請求項１３】 表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、光源と、該光源の出射光の偏光度を変化させる偏光部材と、該偏光部材を介して出射される光を２次元的に導光する導光板とを備え、該導光板の側面に前記偏光部材を設けたことを特徴とする照明装置。

【請求項１４】 照明装置の照明の対象となる表示素子は、正または負の第１の偏光度を有する光を選択的に反射する液晶表示素子であり、前記第１の偏光度と極性が等しい第２の偏光度を有する光を、前記液晶表示素子の観察面側から照射する請求項１０ないし１３のいずれか

に記載の照明装置。

【請求項１５】 前記偏光部材が、円偏光板または円偏光分離板である請求項１０ないし１４のいずれかに記載の照明装置。

【請求項１６】 前記偏光部材が、直線偏光板または直線偏光分離板と、位相差板とを有する請求項１０ないし１４のいずれかに記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として右回りまたは左回りに円偏光する光を選択的に反射する液晶表示素子を照明するための照明装置、およびこれを用いた液晶表示装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】近年、携帯電話やパームトップコンピュータなどの小型で軽量の電子機器の普及が目覚しく、これらの電子機器において反射型液晶表示装置が広く用いられている。反射型液晶表示装置は、CRT、プラズマディスプレイなどの他の表示装置と比較して、消費電力が小さく、安価で、しかも小型・軽量であるといった優れた利点を有する表示装置である。

【０００３】これまで広く利用されてきた反射型液晶表示素子は、ネマチック相（例えば、ツイステッドネマチックモードやスーパーツイステッドネマチックモード）の液晶層を用いて、入射光の互いに直交する光成分に位相差を与えることにより、光の透過・非透過を選択して表示する反射型液晶表示素子（以下、「ネマチック式反射型液晶表示素子」という。）である。このネマチック式反射型液晶表示素子は、背面に反射板を有し、表示面に偏光板を有する。このとき、照明された光の半分が偏光板により吸収され、残り半分の光しか入射光として表示に寄与しないので、観察者に対して出射される光の強度は半減する。つまり、表示が暗くなる。また、ネマチック式反射型液晶表示素子は、カラー表示するために、１枚の液晶表示パネル上の画素を、青色、緑色、および赤色表示するための画素に３分割しているので、各色を表示するために反射（出射）する光の強度は、照明された光の強度の１／６となる。また、各々の画素上に対応する色のカラーフィルタを配置しているので、入射光はカラーフィルタによっても吸収されて、さらに表示が暗くなる。

【０００４】そこで、従来式のネマチック式液晶表示素子とは異なり、光を選択的に反射するコレステリック相を呈する液晶相を用いた液晶表示素子（以下、「カイラルネマチック式反射型液晶表示素子」という。）の開発が進められてきた。カイラルネマチック式液晶表示素子は、固有の波長帯域にある右回りまたは左回りのいずれかの光を選択的に反射する。また、青色、緑色、および赤色に相当する波長帯域にある光を選択反射するカイラルネマチック式液晶表示素子を積層したカイラルネマ

ック式RGB液晶表示素子を形成することにより、フルカラーで表示可能な液晶表示素子を実現することができる。こうして、このカイラルネマチック式RGB液晶表示素子を用いれば、上述のネマチック式反射型液晶表示素子には必要であった偏光板やカラーフィルタを省略することができる。したがって、偏光板やカラーフィルタにより入射光が吸収されることを防止できるので、照明される光に対して、表示に寄与する光の割合を大きくして、明るい表示を実現することができる。

【0005】ところで、光は、一般に、複数の光波が集合したものと考えることができ、各光波は、電場ベクトルがその進行方向軸に対して回転することに依存して、右回り楕円偏光（右円偏光）、左回り楕円偏光（左円偏光）、および直線偏光に分類される。このように、光波の各々は偏った楕円偏光特性をもつが、太陽光などの自然光は、さまざまな楕円偏光特性を有する光波を一様も含んでいる。つまり、自然光は、右円偏光と左円偏光を同等に（全体の光強度の50%ずつ）含んでいるので、その偏光特性が相殺されて、全体としては、このような偏りをもたない。ここで、一般の光に対して、全強度に対する偏光成分の強度の比を偏光度（偏光指標）と定義する。したがって、自然光の偏光度は、零（ゼロ）であって、本発明の明細書においては、自然光と比較して、右円偏光をより多く含む光を、「正」の偏光度を有する光とし、左円偏光をより多く含む光を、「負」の偏光度を有する光と定義する。

【0006】次に、図6を参照しながら、従来式のカイラルネマチック式液晶表示装置の詳細について説明する。図6は、このカイラルネマチック式液晶表示装置101の断面図である。このカイラルネマチック式液晶表示装置101は、概略、観察者側から光を照明するフロントライトユニット110と、カイラルネマチック式液晶表示素子120を備える。

【0007】フロントライトユニット110は、自然光を発する光源111、光源111からの光をカイラルネマチック式液晶表示素子120の方へ導くための導光板112、光源111からの光を効率よく導光板112の方へ反射させるためのリフレクタ113、および導光板112と液晶表示素子120の間に設けた反射防止膜114を備えている。

【0008】カイラルネマチック式液晶表示素子120は、一対の透明基板121と、一対のシール材122と、それらの間に封入されたコレステリック相を呈する液晶材料123とを有する。また、この透明基板121の対向する表面上には、それぞれ、所定の間隔をあけて平行に配置された複数の透明電極124a、124bが設けられている。透明電極124a、124bは、垂直方向に交差するように向き合っており、両者が交差する領域が画素となる。さらに、この液晶表示素子120は、観察者側とは反対側の表面に、光を吸収するための

光吸収層125を有する。

【0009】次に、このカイラルネマチック式液晶表示装置101の動作について説明する。フロントライトユニット110の光源111からの光は、リフレクタ113により効率よく集光されて導光板112へ入射する。導光板112を介することにより、光源111からの光が液晶表示素子120全体に互って均一に照明することができる。また、導光板112の表面は、光源111からの光が効率よく液晶表示素子120の方へ照明するように、段差状または鋸状の微小な突起部（図示せず）を有している。こうして、導光板112からの光は、反射防止膜114を介して、液晶表示素子120を照明するが、この反射防止膜114により、フロントライトユニット110と液晶表示素子120の間の界面で光が反射するのを極力抑えることができる。

【0010】ところで、コレステリック相を呈する液晶材料123は、一般に、電圧を印加しなくても、プレーナ配列状態とフォーカルコニック配列状態の2つの安定的な状態を維持することができる（双安定性を有する）。プレーナ配列状態にある液晶材料123は、図7（a）で示すように、例えば、右円偏光だけを反射する一方、左円偏光だけを透過する（選択反射）。また、フォーカルコニック配列状態にある液晶材料123は、図7（b）で示すように、左円偏光のみならず、右円偏光も透過する（全透過）。

【0011】上述のように、カイラルネマチック式液晶表示素子120は、マトリックス状の透明電極124を有し、この透明電極124の間に所定のパルス電圧を印加することにより、内部に介在する液晶材料123がプレーナ配列状態またはフォーカルコニック配列状態となるように切り替えることができる。

【0012】表示したい画素（表示画素）に関連する透明電極124に、液晶材料123がプレーナ配列状態となるようなパルス電圧を印加する。すると、この表示画素に入射する光のうち、図7（a）で示すように、右円偏光が液晶材料123で反射され、左円偏光が液晶材料123を透過して、光吸収層125で吸収される。一方、表示させない画素（非表示画素）に関連する透明電極124には、液晶材料123がフォーカルコニック配列状態となるようなパルス電圧を印加する。すると、非表示画素に入射する光は、図7（b）で示すように、すべて液晶材料123を透過して、光吸収層125で吸収される。つまり、表示画素は右円偏光を反射し、非表示画素は光を反射しない。こうして、カイラルネマチック式液晶表示素子120は、表示画素と非表示画素の間における反射光の強弱（コントラスト）により、表示素子として機能することができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際には、光の一部が、液晶材料123の配列状態に関係な

く、光吸収層 125 で吸収される前に、例えば、液晶材料 123 と透明電極 124 の間の界面、透明電極 124 と透明基板 121 の間の界面、または透明基板 121 と光吸収層 125 の間の界面において、反射してしまうために、表示画素と非表示画素の間における反射光のコントラストが小さくなる。その結果、液晶表示素子 120 としての表示品位が損なわれる。

【0014】ここで、表示画素と非表示画素の間における反射光のコントラストが小さくなるメカニズムについて、図 8 を参照しながら具体的に説明する。図 8 (a) および (b) は、液晶材料 123 が、各々、プレーナ配列状態およびフォーカルコニック配列状態にあるときの液晶表示素子 120 の断面図を示す。この断面図においては、対向する透明電極 124 を省略してある。自然光は、上述のように、右円偏光と左円偏光を同等に（全体の光強度の 50% ずつ）含む。図 8 では、光の強度を矢印の本数で示し、右円偏光と左円偏光がそれぞれ同強度（矢印 5 本ずつ）で入射している。

【0015】光は、このカイラルネマチック式液晶表示素子 120 を透過するとき、液晶材料 123 以外の上述の界面において、右円偏光および左円偏光に関係なく、一定の割合で反射する。つまり、図 8 (b) で示す液晶材料 123 がフォーカルコニック状態にあるとき、すべての入射光が透過するのではなく、例えば、10 本の矢印で示す入射光に対して 2 本の矢印で示す光がノイズ成

$$R_p = L_0 / 2 + L_0 / 2 \times r = (1 + r) \times L_0 / 2 \quad (1)$$

【数 2】

$$R_f = L_0 \times r \quad (2)$$

【0018】すると、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラスト  $C_0$  は、次式で表される。

$$C_0 = R_p / R_f = (1 + r) / 2r \quad (3)$$

【0019】ノイズ反射率  $r$  が 20% でなく 30% であれば、上式 (3) より、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラストは、3 : 1 でなく、13 : 6 となり、表示品位はさらに劣悪となる。逆に、ノイズ反射率が 20% でなく 10% であれば、上式 (3) より、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラストは、3 : 1 でなく、11 : 2 となり、表示品位は良好となる。このように、コントラスト低下の 1 つの主な原因は、スイッチング（液晶のコレステリック相からの反射）に寄与しない円偏光が不用意に反射されることにより、液晶がフォーカルコニック状態にあるときに十分な透過状態が得られないものと考えられる。本発明は、この点に着目し、スイッチングに寄与しない円偏光を減少した照明を用いることにより、上記ノイズ反射率の低減が可能となることを見出し、本発明に至った。

【0020】そこで本発明は、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラストを大きくして、高い表示品位を有する液晶表示装置およびこの液晶表示装置に用いられる照明装置を提供することを目的とする。

分的に観察者側に反射する。以下、右または左円偏光について、上記のようにノイズ的に反射される反射光の強度の、入射光の強度に対する割合を「ノイズ反射率」と呼ぶことにする。上記の場合、反射率は 20% となる。図 8 (a) で示す液晶材料 123 がプレーナ配列状態にあるとき、右円偏光は原理上すべて液晶材料 123 で反射されるが、同様に、左円偏光の一部が透過せず、1 本の矢印で示す光が反射される。

【0016】上述のように、カイラルネマチック式液晶表示素子 120 の表示品位が劣化する主な原因は、表示画素と非表示画素の間における反射光のコントラストが小さくなることにある。図 8 (a) の表示画素からは、5 本の矢印で示す右円偏光の反射光、および 1 本の矢印で示す左円偏光の反射光の合計 6 本の矢印で示す光が反射される。一方、図 8 (b) の非表示画素からは、10 本の矢印で示す入射光のうち、2 本の矢印で示す光が反射される。したがって、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラストは、6 (本) : 2 (本) = 3 : 1 となり、コントラストを十分に高くすることができない。

【0017】一般に、自然光の強度を  $L_0$ 、ノイズ反射率を  $r$  ( $0 \leq r < 1$ ) で表すと、表示画素からの反射光強度  $R_p$  および非表示画素からの反射光強度  $R_f$  は、次式で表される。

【数 1】

【数 3】

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の本発明は、正または負の第 1 の偏光度を有する光を選択的に反射する液晶表示素子と、前記第 1 の偏光度と極性が等しい第 2 の偏光度を有する光で前記液晶表示素子を観察面側から照明するための照明ユニットとを備える液晶表示装置を提供する。

【0022】請求項 2 に記載の本発明は、液晶表示素子の背面側に光吸収層が設けられている液晶表示装置を提供する。

【0023】請求項 3 に記載の本発明において、前記照明ユニットは、光源と該光源の出射光を前記第 1 の偏光度を有する光に変える偏光部材とを備える。

【0024】請求項 4 に記載の本発明において、前記偏光部材は、観察者の視線と前記液晶表示素子の表示面とを結ぶ光路外に配置されている。

【0025】請求項 5 に記載の本発明は、前記第 1 の偏光度を有する光を液晶表示素子の表示面に 2 次元的に導光する導光板をさらに備える。

【００２６】請求項６に記載の本発明は、前記導光板の側面に前記偏光部材が設けられている。

【００２７】請求項７に記載の本発明において、前記液晶表示素子は、液晶のコレステリック相からの選択反射を利用して表示を行う。

【００２８】請求項８に記載の本発明において、前記液晶表示素子は、ネマチック液晶にカイラル材を添加してなるカイラルネマチック液晶を含む。

【００２９】請求項９に記載の本発明において、前記液晶表示素子は、複数の液晶層を積層してなる。

【００３０】請求項１０に記載の本発明は、表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、正または負の偏光度を有する光を照明光として出射する照明装置を提供する。

【００３１】請求項１１に記載の本発明は、表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、光源と、該光源の出射光の偏光度を変化させる偏光部材とを備え、該偏光部材を介して出射される光を照明光とする照明装置を提供する。

【００３２】請求項１２に記載の本発明は、表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、左右の円偏光を含む光を出射する光源と、該光源の出射光のうち、右または左のいずれかの円偏光を減少させる偏光部材とを備え、該偏光部材を介して出射される光を照明光とする照明装置を提供する。

【００３３】請求項１３に記載の本発明は、表示素子を観察面側から照明する照明装置であって、光源と、該光源の出射光の偏光度を変化させる偏光部材と、該偏光部材を介して出射される光を２次的に導光する導光板とを備え、該導光板の側面に前記偏光部材を設けたことを特徴とする照明装置を提供する。

【００３４】請求項１４に記載の本発明において、照明装置の照明の対象となる表示素子は、正または負の第１の偏光度を有する光を選択的に反射する液晶表示素子であり、前記第１の偏光度と極性が等しい第２の偏光度を有する光を、前記液晶表示素子の観察面側から照射する。

【００３５】請求項１５に記載の本発明において、前記偏光部材が、円偏光板または円偏光分離板である。

【００３６】請求項１６に記載の本発明において、前記偏光部材が、直線偏光板または直線偏光分離板と、位相差板とを有する。

【００３７】

【発明の実施の形態】実施の形態１．図１を参照しながら、本発明に係る実施の形態１のカイラルネマチック式液晶表示装置について説明する。図１は、実施の形態１のカイラルネマチック式液晶表示装置１の断面図である。このカイラルネマチック式液晶表示装置１は、概略、観察者側から光を照明するフロントライトユニット１０と、カイラルネマチック式液晶表示素子２０を備え

る。

【００３８】フロントライトユニット１０は、自然光を発する光源１１、光源１１からの光をカイラルネマチック式液晶表示素子２０の方へ導くための導光板１２、光源１１からの光を効率よく導光板１２の方へ反射させるためのリフレクタ１３、および導光板１２と液晶表示素子２０の間に設けた反射防止膜１４を備えている。さらに、本発明の実施の形態１のフロントライトユニット１０には、光源１１と導光板１２の間に円偏光分離板１５が設けてある。この円偏光分離板１５は、コレステリック液晶フィルムなどにより形成され、例えば、右円偏光だけを選択的に透過することができる。

【００３９】カイラルネマチック式液晶表示素子２０は、一対の透明基板２１ａ、２１ｂと、一対のシール材２２と、それらの間に封入されたコレステリック相を呈する液晶材料２３とを有する。また、この透明基板２１ａ、２１ｂの対向する表面上には、それぞれ、所定の間隔をあけて平行に配置された複数の透明電極２４ａ、２４ｂが設けられている。透明電極２４ａ、２４ｂは、垂直方向に交差するように向き合っており、両者が交差する領域が画素となる。さらに、この液晶表示素子２０は、下側の透明基板２１ｂの下側表面に、光を吸収するための光吸収層２５を有する。

【００４０】次に、このカイラルネマチック式液晶表示装置１の動作について説明する。フロントライトユニット１０の光源１１からの光は、リフレクタ１３により効率よく集光されて円偏光分離板１５へ入射する。上述のように、この円偏光分離板１５は、右円偏光だけを選択的に透過して、左円偏光だけを反射する。リフレクタ１３の表面に、光の偏光度を均一化するための拡散板（散乱板）を設けておくことが好ましい。こうして、光源１１からの自然光を、円偏光分離板１５を透過させることにより、効率よく右円偏光に変換することができる。換言すると、偏光度がゼロである光源１１からの自然光を、上述の「正」の偏光度を有する光に変換することができる。したがって、フロントライトユニット１０は、左円偏光を含まない、右円偏光だけを含む光（正の偏光度を有する光）を照明することができる。

【００４１】また、導光板１２は、図１で示すように、液晶表示素子２０に対して傾斜した表面を有しているので、光源１１からの光を液晶表示素子２０全体に亘って均一に照明することができる。また、導光板１２の表面は、光源１１からの光が液晶表示素子２０の方へ効率よく照明するように、段差状または鋸状の微小な突起部（図示せず）を有している。こうして、導光板１２からの光は、反射防止膜１４を介して、液晶表示素子２０を照明するが、反射防止膜１４により、フロントライトユニット１０と液晶表示素子２０の間の界面で光が反射するのを極力抑えることができる。なお、円偏光分離板１５は、光源近傍に配置され、表示素子の観察面と視点と

を結ぶ光路から外れた位置にある。したがって、円偏光分離板を介することなく画面を視認することができるので、表示品位の低下が少ない。

【0042】上述のように、コレステリック相を呈する液晶材料23は、電圧無印加状態で、プレーナ配列状態とフォーカルコニック配列状態の2つの安定的な状態を維持することができる。プレーナ配列状態にある液晶材料23は、右円偏光だけを反射する一方、左円偏光だけを透過する。また、フォーカルコニック配列状態にある液晶材料23は、左円偏光のみならず、右円偏光も透過する(図7参照)。

【0043】カイラルネマチック式液晶表示素子20は、上述のように、マトリックス状の透明電極24を有し、この透明電極24の間に所定のパルス電圧を印加することにより、内部に介在する液晶材料23がプレーナ配列状態またはフォーカルコニック配列状態となるように切り替えることができる。

【0044】表示したい画素(表示画素)に関連する透明電極24に、液晶材料23がプレーナ配列状態となるようなパルス電圧を印加する。すると、この表示画素に入射する光のうち、右円偏光が液晶材料23で反射され、左円偏光が液晶材料23を透過して、光吸収層25で吸収される。一方、表示させない画素(非表示画素)

$$R_p = L$$

【数5】

$$R_f = L \times r$$

【0047】つまり、フロントライトユニット10からの光(右円偏光)は、原理上表示画素を透過することなく、すべて反射する。また、この光(右円偏光)は、非表示画素を透過するが、その一部分が上記界面でノイズ

$$C = R_p / R_f = 1 / r$$

【0048】カイラルネマチック式液晶表示素子20のノイズ反射率 $r$ が20%であった場合、従来式の自然光を発するフロントライトユニット110を用いたならば、反射光のコントラスト $C_0$ は、上式(3)より3:1であったものが、右円偏光を発するフロントライトユニット10を用いたならば、反射光のコントラスト $C$ は、上式(6)より5:1とすることができる。こうして、カイラルネマチック式液晶表示装置1は、従来式の液晶表示装置101と比べて、その表示品位を向上させることができる。

【0049】図2は、カイラルネマチック式液晶表示素子20の反射率 $r$ が変化した場合の、上式(3)および(6)で得られた反射光のコントラスト $C$ および $C_0$ をプロットしたグラフである。図2から明らかなように、カイラルネマチック式液晶表示装置1のコントラスト $C$ は、従来式のカイラルネマチック式液晶表示装置101

$$R_p = L_1 + (1 + r) \times L_2 / 2$$

【数8】

$$R_f = L_1 \times r + L_2 \times r = (L_1 + L_2) \times r$$

に関連する透明電極24には、液晶材料23がフォーカルコニック配列状態となるようなパルス電圧を印加する。すると、非表示画素に入射する光は、すべて液晶材料23を透過して、光吸収層25で吸収される。つまり、表示画素は右円偏光を反射し、非表示画素は光を反射しない。こうして、カイラルネマチック式液晶表示素子20は、表示画素と非表示画素の間における反射光の強弱(コントラスト)により、表示素子として機能することができる(図8参照)。

【0045】ここで、表示画素と非表示画素の間における反射光のコントラストについて説明する。入射光の一部は、光吸収層25で吸収される前に、例えば、液晶材料23と透明電極24の間の界面、透明電極24と透明基板21a、21bの間の界面、または透明基板21bと光吸収層25の間の界面において、液晶材料23の配列状態に関係なく反射してしまう。

【0046】そこで、フロントライトユニット10からの光(右円偏光)の強度を $L$ 、ノイズ反射率を $r$ ( $0 \leq r < 1$ )で表すと、表示画素からの反射光強度 $R_p$ および非表示画素からの反射光強度 $R_f$ は、次式で表される。

【数4】

$$(4)$$

$$(5)$$

的に反射する。したがって、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラスト $C$ は、次式で表される。

【数6】

$$(6)$$

のコントラスト $C_0$ の約2倍大きい。したがって、本発明のフロントライトユニット10を採用したカイラルネマチック式液晶表示装置1は、従来式のものに比べて、その表示品位を画期的に向上させることができる。

【0050】なお、上述の説明においては、液晶表示素子20に照明される光は、フロントライトユニット10からの右円偏光だけであったが、これに加えて、偏りをもたない自然光を同様に含んでいても、コントラストを大きくすることができる。これについて詳細に説明する。フロントライトユニット10からの光(右円偏光)の強度を $L_1$ 、自然光からの光の(偏光度ゼロ)の強度を $L_2$ とし、ノイズ反射率を $r$ ( $0 \leq r < 1$ )で表すと、表示画素からの反射光強度 $R_p$ および非表示画素からの反射光強度 $R_f$ は、次式で表される。

【数7】

$$(7)$$

$$(8)$$



【0051】このとき、液晶表示素子20に照明される光の強度は、 $(L_1+L_2)$ であり、偏光度 $p$ は、上述のように、全体の光強度に対する偏光成分（ここでは

$$p = \{ (L_1+L_2/2) - L_2/2 \} / (L_1+L_2) \\ = L_1 / (L_1+L_2) \quad (9)$$

ここで、 $L_1 > 0$ 、 $L_2 > 0$ 、としたので、 $0 < p < 1$ である。また、右円偏光が多く含まれるので、偏光度 $p$ は正の値である。

【0052】フロントライトユニット10からの光（右円偏光）は、表示画素を透過することなく、すべて反射

$$C_1 = R_p / R_f = \{ 1 + r + p(1-r) \} / 2r \quad (10)$$

【0053】ここで、液晶表示素子20に対して、フロントライトユニット10からの光および自然光を照明したときのコントラスト $C_1$ と、自然光だけを照明したと

$$C_1 - C_0 = p(1-r) / 2r \quad (11)$$

となる。

【0054】ここで、重要なことは、偏光度 $p$ が正の値である限り、コントラスト $C_1$ は、コントラスト $C_0$ よりも常に大きくなるということである。したがって、偏光度 $p$ の値を正とすることにより、従前のカイラルネマチック式液晶表示装置101よりも高いコントラストを得ることができ、より高い表示品位を得ることができる。このとき、フロントライトユニット10を用いたカイラルネマチック式液晶表示装置1は、偏光度 $p$ に依存して、図2で示す2つの曲線に挟まれた領域にあるコントラストを有することになる。

【0055】付言しておくが、このカイラルネマチック式液晶表示素子20が、上述とは反対に、左円偏光だけを選択反射する場合は、フロントライトユニット10は、同様に、左円偏光だけを照明して、表示に寄与しない偏光成分（右円偏光）を減らすことが必要である。

【0056】さらに、付け加えておくが、フロントライトユニット10は、右円偏光だけを選択的に照明するために円偏光分離板15を用いたが、同様に、円偏光板を用いることができる。円偏光板は、選択的に、例えば、右円偏光だけを透過して、左円偏光を吸収する。

【0057】実施の形態2. 図3を参照して、本発明に係るカイラルネマチック式液晶表示装置の実施の形態2について説明する。実施の形態2のカイラルネマチック式液晶表示装置2は、フロントライトユニット10が右円偏光だけを選択的に照明するために、実施の形態1では円偏光分離板15を用いた代わりに、実施の形態2では直線偏光分離板16と位相差板17（ $1/4\lambda$ 板）を用いた点以外は、実施の形態1と同様に構成されたものである。詳細な説明を省略する。

【0058】フロントライトユニット10は、自然光を発する光源11、光源11からの光をカイラルネマチック式液晶表示素子の方へ導くための導光板12、光源11からの光を効率よく導光板12の方へ反射させるためのリフレクタ13、および導光板12と液晶表示素子2

$L_1$ )であるので、次式で表される。

【数9】

する。また、この光（右円偏光）は、非表示画素を透過するが、その一部分が上記界面で反射する。したがって、表示画素と非表示画素からの反射光のコントラスト $C_1$ は、次式で表される。

【数10】

きのコントラスト $C_0$ を比較すると（差を求めると）、  
【数11】

0の間に設けた反射防止膜14を備えている。さらに、本発明の実施の形態2のフロントライトユニット10は、光源11と導光板12の間に設けられた直線偏光分離板16と、導光板12と反射防止膜14の間に設けられた位相差板17が設けてある。この直線偏光分離板16としては、例えば、米国スリーエム社から市販されているDBEFなどを用いることができ、位相差板17としては、一般に市販されている $1/4\lambda$ 板を用いることができる。

【0059】フロントライトユニット10の光源11からの光は、リフレクタ13により効率よく集光され、直線偏光分離板16へ入射する。上述のように、この直線偏光分離板16は、直線偏光だけを選択的に透過して、右円偏光および左円偏光を反射する。リフレクタ13の表面に、光の偏光度を一樣にするための拡散板（散乱板）を設けておくことが好ましい。こうして、光源11からの自然光を、直線偏光分離板16を透過させることにより、効率よく直線偏光に変換することができる。その後、この直線偏光は、導光板を介して位相差板17を通過する。このとき、この位相差板17により、直線偏光が右円偏光に変換され、変換された右円偏光が液晶表示素子20を照明する。これにより、このフロントライトユニット10は、実施の形態1と同様に、光源11からの自然光を、右円偏光に変換することができる。右円偏光（正の偏光度を有する光を含む）が照明された液晶表示素子20が、高いコントラストを有し、優れた表示品位を有することは、実施の形態1で説明した通りである。

【0060】なお、上述の直線偏光分離板16の代わりに、直線偏光だけを選択的に透過して、右円偏光および左円偏光を吸収する直線偏光板を用いることもできる。

【0061】実施の形態3. 図4を参照して、本発明に係るカイラルネマチック式液晶表示装置の実施の形態3について説明する。実施の形態3のカイラルネマチック式液晶表示装置3は、フロントライトユニット10の導

光板 12 を省略した点以外は、実施の形態 1 および 2 と同様に構成されたものであるので、詳細な説明を省略する。

【0062】フロントライトユニット 10 は、自然光を発する光源 11、および光源 11 からの自然光を右円偏光に変換するための偏光部材 18 から構成される。偏光部材 18 は、実施の形態 1 および 2 で説明したように、円偏光板、または直線偏光板と位相差板を組み合わせたものであってもよいし、ここでは図示しないリフレクタを併用して、円偏光分離板、または直線偏光分離板と位相差板を組み合わせたものであってもよい。

【0063】実施の形態 3 のフロントライトユニット 10 は、導光板をもたないので、導光板による光の吸収、反射、および散乱などの影響を排除することができる。また、このフロントライトユニット 10 を液晶表示素子 20 の斜め上方に配置することにより、液晶表示素子 20 全体を一樣に照明することができる。これにより、このフロントライトユニット 10 は、実施の形態 1 と同様に、光源 11 からの自然光を、右円偏光に変換することができる。右円偏光（正の偏光度を有する光を含む）が照明された液晶表示素子 20 が、高いコントラストを有し、優れた表示品位を有することは、実施の形態 1 で説明した通りである。

【0064】実施の形態 4. 図 5 を参照して、本発明に係るカイラルネマチック式液晶表示装置の実施の形態 4 について説明する。実施の形態 4 のカイラルネマチック式液晶表示装置 4 は、青色、緑色、および赤色に相当する波長領域を選択的に反射するカイラルネマチック式液晶表示素子 20、30、40 を積層した点以外は、実施の形態 2 と同様に構成されたものであるので、詳細な説明を省略する。

【0065】カイラルネマチック式液晶表示装置 4 の表示品位が劣化する（反射光のコントラストが下がる）理由は、上述のように、入射光の一部が、光吸収層 45 で吸収される前に、さまざまな界面において、液晶材料 23、33、43 の配列状態に関係なく反射してしまうためである。液晶表示素子 20、30、40 を 3 層積層した場合は、特に、液晶表示素子 20、30、40 間の界面を含めた界面において多くの光が反射するので、ノイズ反射率  $r$  が上がることは避けられない。しかし、本発明のフロントライトユニット 10 を用いると、ノイズ反射率  $r$  が大きくなっても、表示画素と非表示画素における反射光のコントラストを比較的に小さく維持することができる。

【0066】図 2 で示すグラフからも明らかなように、良好な表示品位を得るために、反射光のコントラストを、例えば、10 以上にする必要があるとき、自然光で照明する従来式のフロントライトユニット 10 を用いた場合、ノイズ反射率を約 5.3 以下とする必要がある。一方、フロントライトユニット 10 を用いた場合、ノイ

ズ反射率を 10 以下とすれば、10 以上のコントラストを確保できる。つまり、所定の反射光のコントラストに対するノイズ反射率の許容範囲が広い。また、液晶材料や、透明電極、基板、絶縁膜や配向膜などの機能膜などの材料や物性値およびそれらの組合せなどを工夫してノイズ反射率そのものを低減させるのに比べて、極めて簡単にコントラストの向上を図ることができる。もちろん、上記工夫により、ノイズ反射率そのものを低減させた上で、本実施形態のフロントライト 10 を用いることにより、表示品位を画期的に改善することができる。

【0067】

【発明の効果】請求項 1 に記載の本発明によれば、液晶表示素子が選択的に反射する光の偏光度と照明光の偏光度の極性を一致させたことにより、明るく、コントラストが大きく、表示品位の高い液晶表示装置を提供することができる。

【0068】請求項 1 において、請求項 2 に記載するように、液晶表示素子の背面側に光吸収層を設けることにより、液晶によって選択反射されなかった光を光吸収層で吸収することができ、よりコントラストを大きくすることができる。

【0069】また、請求項 3 に記載するように、光源と、光源の射出光を第 1 の偏光度を有する光に変える偏光部材を備えることにより、容易に照明ユニットの偏光度を調整することができる。

【0070】さらに、請求項 4 に記載するように、前記偏光部材は、観察者の視線と前記液晶表示素子の表示面とを結ぶ光路外に配置することにより、観察面内に偏光部材が介在しないこととなり、表示品位が低下しにくくなる。

【0071】さらにまた、請求項 5 に記載するように、第 1 の偏光度を有する光を液晶表示素子の表示面に 2 次的に導光する導光板を備えることにより、表示面を均一に照明することができる。

【0072】請求項 5 において、請求項 6 に記載するように、前記導光板の側面に前記偏光部材を設けることにより、簡素な構成で観察面内に偏光部材が介在しないようにすることができる。

【0073】請求項 7 に記載するように、コレステリック相からの選択反射を利用して表示を行うことにより、光の利用効率が高く明るい表示を行うことができる。請求項 8 に記載するように、カイラルネマチック液晶をコレステリック相を示す液晶として用いると、選択反射波長の調整が容易で、液晶層にメモリ性を持たせることができる。

【0074】請求項 9 に記載するように、複数の液晶層を積層してなる前記液晶表示素子を用いることにより、反射率の高い明るい表示を行うことができる。また解像度の高い複数色の表示が実現しやすくなる。

【0075】請求項 10 に記載の本発明は、正または負

の偏光度を有する光を照明光として出射するので、左右いずれかの円偏光成分が多い光を、表示素子の反射特性に合わせて選択的に照明することができる。

【００７６】請求項１１に記載の本発明は、光源の出射光の偏光度を変化させる偏光部材を介して出射される光を照明光として用いるので、表示素子への照明光を容易に左右いずれかの円偏光成分が多い光とすることができる。

【００７７】請求項１２に記載の本発明は、左右の円偏光を含む光を出射する光源の出射光の左右いずれかの円偏光を減少させる偏光部材とを備えたことにより、表示素子への照明光を、蛍光管などの汎用の光源を用いて容易に左右いずれかの円偏光成分が多い光とすることができる。

【００７８】請求項１３に記載の本発明は、光を２次元的に導光する導光板の側面に偏光部材を設けたことにより、観察面内に偏光部材が介在しないので、表示品位が低下しにくい。

【００７９】請求項１０ないし１４において、請求項１４に記載するように、照明装置の照明の対象となる液晶表示素子が選択的に反射する光の偏光度と、照明光の偏光度の極性とを一致させたことにより、液晶表示素子の表示を、明るく、コントラストが大きく、表示品位を高くすることができる。

【００８０】また、請求項１５に記載するように、円偏光板または円偏光分離板を偏光部材として用いることにより、照明光を容易に所望の偏光度とすることができる。

【００８１】さらに、請求項１６に記載するように、直線偏光板または直線偏光分離板と位相差板とから偏光部材を構成することにより、照明光を容易に所望の偏光度とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】 図１は、本発明に係る実施の形態１のカイラルネマチック式液晶表示装置の断面図である。

【図２】 図２は、本発明および従来式のカイラルネマチック式液晶表示素子の反射率が変化した場合の、反射光のコントラスト $C$ および $C_0$ をプロットしたグラフである。

【図３】 図３は、本発明に係る実施の形態２のカイラルネマチック式液晶表示装置の断面図である。

【図４】 図４は、本発明に係る実施の形態３のカイラルネマチック式液晶表示装置の断面図である。

【図５】 図５は、本発明に係る実施の形態４のカイラルネマチック式RGB液晶表示装置の断面図である。

【図６】 図６は、従来式のカイラルネマチック式液晶表示装置の断面図である。

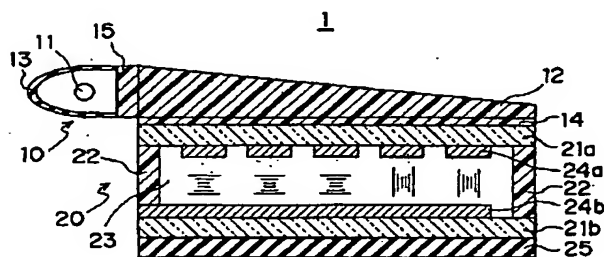
【図７】 図７（a）および（b）は、コレステリック相を呈する液晶材料が、各々、プレーナ配列状態およびフォーカルコニック配列状態にあるときの入射光（右円偏光および左円偏光）と反射光を示す概略図である。

【図８】 図８（a）および（b）は、コレステリック相を呈する液晶材料が、各々、プレーナ配列状態およびフォーカルコニック配列状態にあるときの入射光（右円偏光および左円偏光）と反射光の強度を示す概略図である。

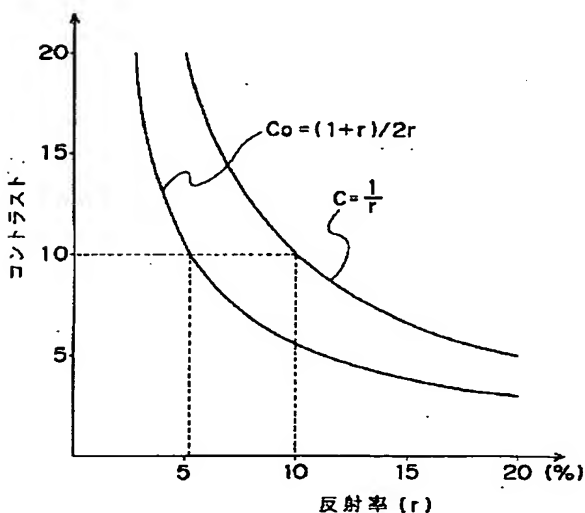
#### 【符号の説明】

１、２、３、４ カイラルネマチック式液晶表示装置、  
１０ フロントライトユニット、２０ カイラルネマチック式液晶表示素子、１１ 光源、１２ 導光板、１３ リフレクタ、１４ 反射防止膜、１５ 円偏光分離板、  
２１ 透明基板、２２ シール材、２３ 液晶材料、  
２４ 透明電極、２５ 光吸収層。

【図１】

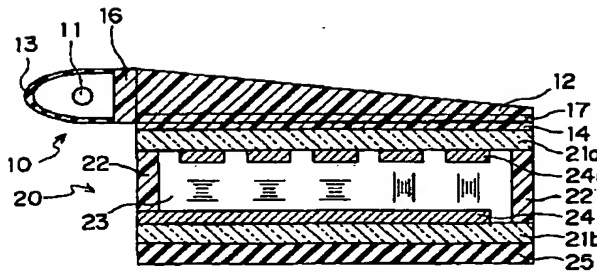


【図２】



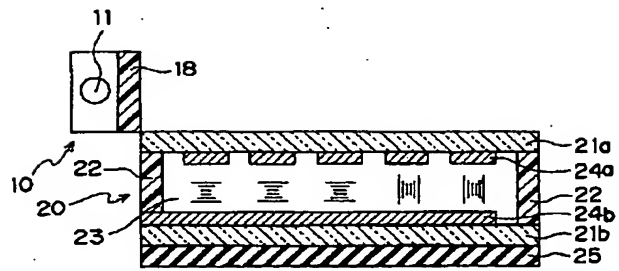
【図3】

2



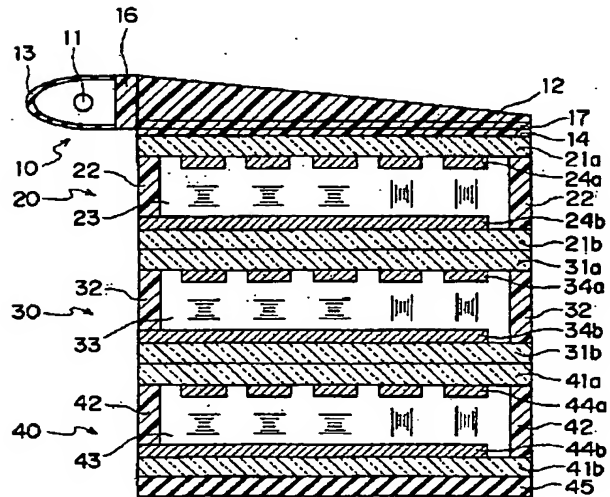
【図4】

3



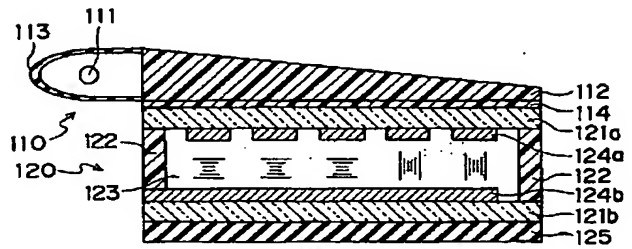
【図5】

4

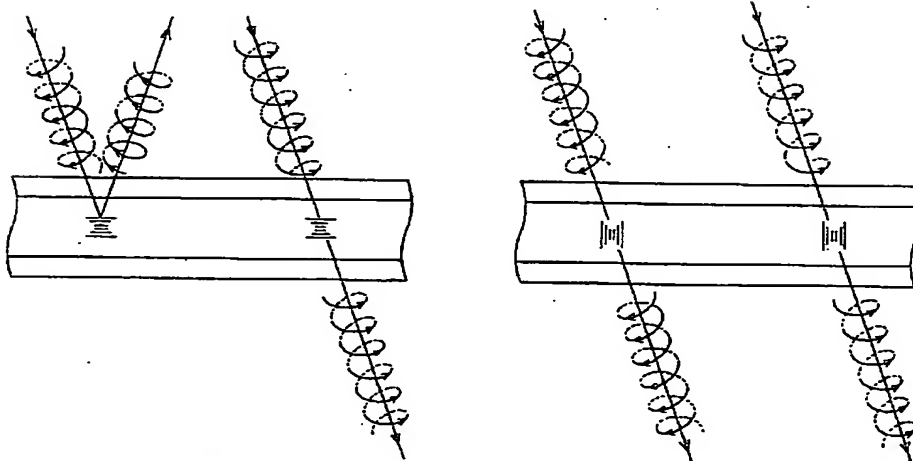


【図6】

101



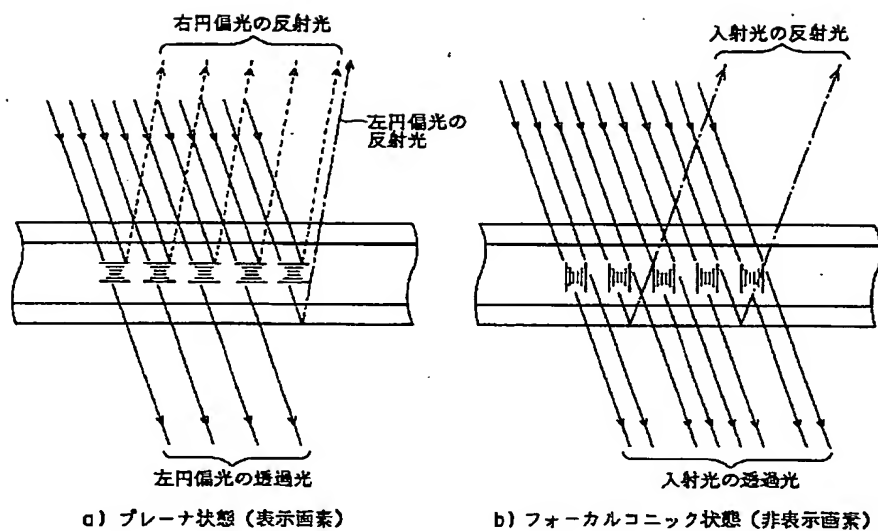
【図7】



a) プレーナ状態 (選択反射)

b) フォーカルコニック状態 (全透過)

【図 8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H089 HA32 QA13 QA16 RA11  
2H091 FA23X FA34Z FA41X FD06  
HA11 HA18 LA13 LA16  
2H099 AA11 BA09 CA07 CA11 DA01  
5G435 AA02 BB12 CC12 EE23 EE27  
FF05 FF14